

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-160704

(43)公開日 平成10年(1998)6月19日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 1 N 27/419

G 0 1 N 27/46

3 2 7 C

F 0 2 D 35/00

3 6 8

F 0 2 D 35/00

3 6 8 B

45/00

3 6 8

45/00

3 6 8 F

G 0 1 N 27/46

3 2 7 Z

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 11 頁)

(21)出願番号

特願平8-319809

(22)出願日

平成8年(1996)11月29日

(71)出願人 000004547

日本特殊陶業株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号

(72)発明者 小島 孝夫

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

(72)発明者 高橋 浩一

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

(72)発明者 大井 三徳

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

(74)代理人 弁理士 足立 勉

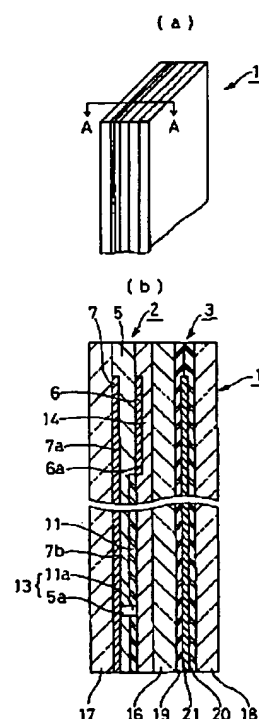
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 酸素センサ及び空燃比検出方法

(57)【要約】

【課題】 広い範囲の空燃比を検出できるだけでなく、構造が簡単で機械的強度や耐久性に優れ、低コストの酸素センサ及び空燃比検出方法を提供すること。

【解決手段】 酸素センサ1は、検出部2とヒータ部3とが多孔質体16を介して積層されたものである。検出部2の板状の固体電解質体5の一方の側(内側)には、酸素ガスが拡散律速される側の基準電極7が設けられ、他方の側(外側)には、拡散律速されない側の測定電極6が設けられている。測定電極6の表面を覆って、酸素ガスの拡散を実質的に律速しない程度の通気性を有する保護層14が設けられている。基準電極7のリード部7bは、酸素ガスの拡散を実質的に律速する多孔質層であり、このリード部7bと前記保護層14とを連通して、排気ガスをリード部7bに接触させるための連通孔13が設けられている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 一対の電極を配設した固体電解質体を備えた酸素センサにおいて、

前記各電極は酸素が通過可能な各々の通気部を介して測定ガス側に晒されるとともに、該両通気部が異なる通気性を有し、且つ一方の通気部が酸素の拡散を実質的に律速する機能を有することを特徴とする酸素センサ。

【請求項2】 一対の電極を配設した固体電解質体と、前記両電極を各々覆う多孔質層と、を備えた酸素センサであって、

前記両多孔質層は測定ガス側に晒されるとともに、該両多孔質層が異なる通気性を有し、且つ一方の多孔質層が酸素の拡散を実質的に律速する通気性を有することを特徴とする前記請求項1記載の酸素センサ。

【請求項3】 両側に各々電極を配設した固体電解質体と、前記両電極を各々覆う多孔質層と、を備えた酸素センサであって、

前記両多孔質層は測定ガス側に晒されるとともに、前記一方の電極と測定ガス側との間の酸素の拡散を実質的に律速する律速用通気部を有することを特徴とする前記請求項1記載の酸素センサ。

【請求項4】 前記律速用通気部は、前記一方の電極を保護する前記多孔質層であることを特徴とする前記請求項3記載の酸素センサ。

【請求項5】 前記一方の通気部は、前記一方の電極のリード部を構成する多孔質体からなり、且つ該リード部が連通孔を介して前記測定ガス側と接触することで、前記一方の電極と測定ガス側との間の酸素の拡散を実質的に律速する律速用通気部となることを特徴とする前記請求項1記載の酸素センサ。

【請求項6】 前記律速用通気部は、前記一方の電極のリード部と前記測定ガス側と連通する連通孔内に配置された多孔質体からなることを特徴とする前記請求項5記載の酸素センサ。

【請求項7】 前記律速用通気部は、前記電極位置より低温側に配設されていることを特徴とする前記請求項3～6のいずれか記載の酸素センサ。

【請求項8】 前記電極及び前記固体電解質体を有する板状の検出部と板状のヒータ部とが積層された積層型のセンサであることを特徴とする前記請求項1～7のいずれか記載の酸素センサ。

【請求項9】 未焼成の前記検出部と未焼成の前記ヒータ部とが積層された後に、同時焼成されて一体化されたものであることを特徴とする前記請求項8記載の酸素センサ。

【請求項10】 前記検出部と前記ヒータ部とが多孔質体を介して積層され、該多孔質体が前記通気部となることを特徴とする前記請求項9記載の酸素センサ。

【請求項11】 前記電極及び前記固体電解質体を有する板状の検出部と板状のヒータ部とが、間隙を介して近

接して配置されていることを特徴とする前記請求項1～7のいずれか記載の酸素センサ。

【請求項12】 前記請求項1～11のいずれかに記載された酸素センサを用いた空燃比検出方法であって、前記両電極間に電流を流し、酸素の拡散が律速される一方の電極側に他方の電極側から酸素を汲み込んで、前記一方の電極側に酸素基準雰囲気を生成させ、その際に前記両電極間に生じる起電力に基づいて空燃比を検出することを特徴とする空燃比検出方法。

10 【請求項13】 前記請求項1～11のいずれかに記載された酸素センサを用いた空燃比検出方法であって、前記両電極間に電圧を印加し、酸素の拡散が律速される一方の電極側から他方の電極側に酸素を汲み込み、その際に前記両電極間に流れる電流に基づいて空燃比を検出することを特徴とする空燃比検出方法。

【請求項14】 前記請求項1～11のいずれかに記載された酸素センサを用いた空燃比検出方法であって、検出する空燃比に応じて、前記請求項12と請求項13の空燃比検出方法を切り換えて空燃比を検出することを特徴とする空燃比検出方法。

20 【請求項15】 $\lambda = 1$ 近傍の空燃比を検出する場合は、前記酸素センサの両電極間に電流を流し、酸素の拡散が律速される一方の電極側に他方の電極側から酸素を汲み込んで、前記一方の電極側に酸素基準雰囲気を生成させ、その際に前記両電極間に生じる起電力に基づいて空燃比を検出し、

$\lambda > 1$ のリーン領域の空燃比を検出する場合は、前記酸素センサの両電極間に電圧を印加し、酸素の拡散が律速される一方の電極側から他方の電極側に酸素を汲み込み、その際に前記両電極間に流れる電流に基づいて空燃比を検出することを特徴とする前記請求項14に記載の空燃比検出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば自動車等の排気ガス中の酸素濃度（空燃比）を検出することができる酸素センサ及び空燃比検出方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、例えば自動車の排気ガス中のCO、NO_x、HCを軽減するために、排気系に酸素センサを配置し、この酸素センサの出力に基づいて、エンジンに供給する燃料混合気の空燃比を例えば理論空燃比（ $\lambda = 1$ ）に制御する空燃比フィードバック制御が知られている。

【0003】この空燃比フィードバック制御に使用される酸素センサとしては、ジルコニア等の酸素イオン伝導性の固体電解質体をセンサ素子に用い、 $\lambda = 1$ にてその出力が急変するいわゆる λ センサが多く採用されている。前記 λ センサは、固体電解質体の隔壁の両側に多孔質の電極を設け、一方の電極に基準となる一定の酸素濃

度の雰囲気と接触させるとともに、他方の電極に測定ガスを接触させ、その酸素濃度差によって両電極間に発生する起電力を測定することにより、測定ガス中の酸素濃度を検出するものである。

【0004】そして、前記基準となる雰囲気を一方の電極（基準電極）に接触させる方法としては、例えば、大気などの既知の酸素濃度の雰囲気を基準電極まで導く大気導入路を素子中に形成する方法が提案されている（特開昭63-52052号公報参照）。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した構成の酸素センサ（ λ センサ）は、自動車の排気ガス中の酸素濃度（空燃比）を測定する場合に、 $\lambda=1$ の近傍でその出力が急変するので、 $\lambda=1$ の近傍の空燃比を検出することはできるが、広い範囲（例えばリーン領域）における空燃比を測定できないという問題があった。

【0006】この対策として、いわゆる酸素濃淡電池素子及び酸素ポンプ素子を備え、空燃比のリーン及びリッチの全領域で空燃比を検出できる全領域空燃比センサが提案されている（特開平6-27080号公報参照）。この全領域空燃比センサは、基準電極を僅かな漏洩を持たせて密閉しておき、基準電極から測定ガスに接する電極（測定電極）に向かって電流を流すことで、測定電極側から基準電極側に酸素を汲み込んで、基準電極側の密閉空間に基準となる雰囲気（内部基準酸素源）を形成する自己基準生成型の酸素センサである。

【0007】しかしながら、前記の全領域空燃比センサは、空燃比の全領域を検出できるという利点はあるものの、構造が複雑であり、機械的強度や耐久性において通常の λ センサに及ばず、しかもコストも高いという問題があった。本発明は、前記課題を解決するためになされたものであり、広い範囲の空燃比を検出できるだけでなく、構造が簡単で、機械的強度や耐久性に優れ、低コストの酸素センサ及び空燃比検出方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

(1)請求項1の発明の酸素センサでは、一对の電極を配設した固体電解質体を備えた酸素センサにおいて、各電極は酸素が通過可能な各通気部を介して各々測定ガス側に晒されるとともに、両通気部が異なる通気性を有し、且つ一方の通気部が酸素の拡散を実質的に律速する機能を有している。

【0009】従って、この構成の酸素センサを使用し、両電極間の酸素の汲み出し方向を切り換えることにより、いわゆる λ センサとしての機能とリーン領域空燃比センサ（リーン側における空燃比を検出できるセンサ）としての機能とを切り換えて使用することができる。そのため、この酸素センサを使用すれば、広い範囲の空燃比を検出できるだけでなく、構造が簡単で、機械

的強度や耐久性に優れ、コストも低いという顕著な効果を奏する。

【0010】この酸素センサを用いて空燃比を検出する方法に関しては、後に詳述するが、例えば $\lambda=1$ 近傍の空燃比を検出できる λ センサとして使用する場合には、測定電極側から基準電極側に酸素をポンピングし、その際の起電力を測定することにより空燃比を検出する。一方、 $\lambda>1$ のリーン領域の空燃比を検出する場合には、基準電極側から測定電極側に酸素をポンピングし、それによって生じる電流を測定することにより空燃比を検出する。

【0011】尚、ここで、基準電極とは、ガス拡散制限が行われる側（即ち酸素の拡散を律速するガス拡散抵抗が大きい側）の一方の電極を示し、測定電極とは、ガス拡散制限があまり行われない側（即ち前記基準電極側のガス拡散抵抗より十分に小さなガス拡散抵抗を有している側）の他方の電極を示している（以下同様）。

【0012】(2)請求項2の発明の酸素センサは、一对の電極を配設した固体電解質体と、両電極を各々覆う多孔質層とを備えた酸素センサであって、両多孔質層は測定ガス側に晒されるとともに、両多孔質層が異なる通気性（気密性）を有し、且つ一方の多孔質層が酸素の拡散を実質的に律速する通気性（気密性）を有する。

【0013】つまり、本発明では、各々の電極の表面に異なる気密性を有する多孔質層が形成されており、一方の（基準電極側の）多孔質層が酸素の拡散を実質的に律速している。即ち、この気密性の異なる両多孔質層が前記両通気部として機能しているので、前記請求項1と同様な作用効果を奏する。

【0014】尚、本発明では、例えば板状の固体電解質体の一方の面に2つの電極を配置することができるので、例えば印刷により電極パターンを形成する場合に、製造が簡易化されるという利点がある。

(3)請求項3の発明の酸素センサは、両側に各々電極を配設した固体電解質体と、両電極を各々覆う多孔質層とを備えた酸素センサであって、両多孔質層は測定ガス側に晒されるとともに、一方の電極と測定ガス側との間の酸素の拡散を実質的に律速する律速用通気部を有する。

【0015】つまり、本発明では、両電極に多孔質層を備えるだけでなく、一方の電極（基準電極）と測定ガス側との間に律速用通気部を備えており、この律速用通気部がガス拡散制限を行なうので、前記請求項1と同様な作用効果を奏する。

(4)請求項4の発明の酸素センサでは、律速通気部として、一方の電極（基準電極）を保護する多孔質層を採用できる。

【0016】つまり、例えば基準電極を保護するために、基準電極を覆うように多孔質の保護層を形成する場合に、この多孔質の保護層における通気の状態を、酸素の拡散を実質的に律速する程度に設定することによ

り、保護層を拡散の律速のための多孔質層として使用することができる。

【0017】(5)請求項5の発明の酸素センサでは、一方の通気部は、一方の電極のリード部を構成する多孔質体からなり、且つリード部が連通孔を介して測定ガス側と接触することで、一方の電極と測定ガス側との間の酸素の拡散を実質的に律速する律速用通気部となる。

【0018】つまり、基準電極のリード部を多孔質とし且つ前記連通孔を設けることにより、基準電極と測定ガス側とを連通することができるが、この際に、例えば多孔質体の通気の状態を酸素の拡散を実質的に律速する程度に設定することにより、この多孔質体を律速用通気部として使用することができる。

【0019】(6)請求項6の発明の酸素センサでは、律速用通気部として、一方の電極(基準電極)のリード部と測定ガス側と連通する連通孔内に配置された多孔質体を採用できる。つまり、この連通孔内に配置された多孔質体の通気の状態を、酸素の拡散を実質的に律速する程度に設定することにより、この多孔質体を律速用通気部として使用することができる。また、これとは別に、連通孔の径を小さくして、連通孔自体によって拡散を実質的に律速してもよい。

(7)請求項7の発明の酸素センサでは、拡散用通気部は、電極位置より低温側に配設されている。

【0020】従って、律速用通気部は温度の影響を受け難くなっている。例えば排気ガスの温度が大きく変化しても、酸素の拡散の律速の程度は変化しない。そのため、温度が変化した場合でも、精度よく酸素濃度(即ち空燃比)を検出することができる。

【0021】(8)請求項8の発明の酸素センサでは、電極及び固体電解質体を有する検出部と板状のヒータ部とが積層されている。前記検出部とは、ヒータ部を除いたいわゆるセンサ素子の部分であり、通常、電極や固体電解質体に加え保護層や絶縁層等を有する。ヒータ部とはセンサ素子を加熱する発熱体を有するものである。

【0022】このような積層タイプの酸素センサは、ヒータ部の加熱により効率的にセンサ素子を暖めることができるので、迅速に空燃比の検出が可能になる。

(9)請求項9の発明の酸素センサは、未焼成の検出部と未焼成のヒータ部とが積層された後に、同時焼成されて一体化したものである。

【0023】つまり、本発明の酸素センサは、酸素センサを構成する未焼成のパーツであるグリーンシート等を積層して同時焼成した積層型の酸素センサであるので、その製造工程を簡易化でき、しかも強固に一体化しているので耐久性に富む。尚、ここでは、同時焼成されて一体化したものを述べたが、前記請求項8の発明の酸素センサとしては、例えば検出部とヒータ部とを各々焼成して形成した後に、それらを例えば接着剤等を用いて接合したものも挙げられる。

【0024】(10)請求項10の発明の酸素センサは、検出部とヒータ部とが多孔質体を介して積層されており、この多孔質体が通気部となっている。つまり、検出部とヒータ部とが多孔質体を介して積層されているので、この多孔質体を通気部とすることで、別途通気部を設ける必要がなく、また、ヒータ部からのリーク電流が検出部に与える影響を抑えることができる。

【0025】また、このような積層タイプの酸素センサは、前記請求項8と同様に、ヒータ部の加熱により効率的にセンサ素子を暖めることができる。更に、この酸素センサは、前記請求項9と同様に、グリーンシート等を積層して同時焼成して製造できるので、その製造工程を簡易化でき、しかも強固に一体化しているので耐久性に富む。

【0026】(11)請求項11の発明の酸素センサは、電極及び固体電解質体を有する検出部と板状のヒータ部とが、間隙を介して近接して配置されている。従って、前記請求項8と同様に、このヒータ部の加熱により効率的にセンサ素子を暖めることができるので、迅速に空燃比の検出が可能になる。また、本発明では、検出部とヒータ部とが別体であるので、ヒータ部の発熱体からの漏洩電流が、センサ出力に影響を及ぼすことがない。更に、検出部とヒータ部のどちらか一方の不良品である場合には、良品のみを使用して酸素センサを製造することができるので、歩留りが良いという利点がある。

【0027】(12)請求項12の発明の空燃比検出方法では、両電極間に電流を流し、拡散律速される一方の電極側に他方の電極側から酸素を汲み込んで、その一方の電極側に酸素基準雰囲気生成させ、その際に両電極間に生じる起電力に基づいて空燃比を検出する。

【0028】つまり、 $\lambda = 1$ 近傍の空燃比を検出したいときには、基準電極から測定電極に微少な電流を流すことで、基準電極側(例えばその多孔質層)に酸素ガスを汲み込んで基準電極側を基準の雰囲気とし、それによって、基準電極と測定電極との間に生じる起電力を測定して、測定ガスの空燃比を検出する。尚、この様に、基準電極と測定電極との間に生じる起電力を測定して測定ガスの空燃比を検出するセンサを、酸素濃淡電池型の酸素センサと称す。

【0029】(13)請求項13の発明の空燃比検出方法では、両電極間に電圧を印加し、拡散律速される一方の電極側から他方の電極側に酸素を汲み込み、その際に流れる電流に基づいて空燃比を検出する。つまり、 $\lambda > 1$ の領域、即ち $(A/F) < 14.4$ のリーン領域の空燃比を検出するときには、測定電極と基準電極に所定の電圧(測定電極側が+)を印加することにより、基準電極側から測定電極側に酸素ガスを汲み込み、このときの電流値から測定ガスの空燃比を検出する。

【0030】即ち、基準電極側の例えば多孔質層は、ガス拡散抵抗が大きいので、所定の電圧(例えば0.7

V)で酸素を汲み出すと、そのときの汲み出される酸素の量は、測定電極から基準電極に流れる電流から計算でき、よって、逆に電流の大きさから測定ガス中の酸素濃度、即ち空燃比を検出することができる。尚、この様に酸素を汲み出す際の電流から空燃比を検出する方式を限界電流方式と称すが、本発明では、通常の限界電流方式とは、酸素を汲み出す方向が逆であり、よって、そのために使用する構成も異なっている。

【0031】つまり、限界電流方式を採用し、リーン側での空燃比フィードバック制御を行なっている場合、センサ構成が電極の一方を大気に晒す従来の方法では、例えばエンジンが加速時等でリッチ側に振られた場合、センサの両電極間に起電力を発生するので、センサ出力にこの起電力による影響がでる。

【0032】ところが、本発明では、両電極は測定ガス側に晒されているため、この起電力による影響を小さくできる。また、瞬時のリッチ変動に対しても、基準電極側にて拡散律速を行なう方式により、基準電極側は殆ど酸素量が0近傍にあるため、測定電極にリッチガスが来たとしても、起電力の発生は殆ど無視される。

【0033】(14)請求項14の発明の空燃比検出方法では、検出する空燃比に応じて、請求項12と請求項13の空燃比検出方法を切り換えて空燃比を検出する。前記請求項13の発明で示した $\lambda > 1$ の領域の空燃比検出方法は、従来より限界電流方式と呼ばれているが、一つの素子で、前記(起電力を発生させる)酸素濃淡電池型の酸素センサとしても、限界電流方式の酸素センサとしても用いることができる点为本発明の効果である。特に、基準雰囲気生成を行なう自己基準生成型の酸素センサにおいて、酸素の移動方向を逆にしている(酸素濃淡電池の場合は測定電極から基準電極、今回の限界電流方式の場合は基準電極から測定電極に酸素は移動する測定)点が大きな特徴である。

【0034】つまり、上述した様に、請求項12と請求項13の発明では、酸素の汲み出し方向は逆であるが、本発明では、その様に酸素の汲み出し方向を逆転させることで、例えば実質的に拡散律速する多孔質層の設定に比較的自由度をもたせ、酸素濃淡電池型の酸素センサとしての応答性を確保しつつ、限界電流型の酸素センサとしてのガス拡散抵抗を大きくできる。

【0035】即ち、従来の限界電流方式の酸素センサは、測定電極側のガス拡散抵抗を大きくすることでガスを制限し、所定電圧を印加したときの電流値から空燃比を検出しているので、この測定電極を酸素濃淡電池の測定電極としてそのまま用いれば、大きなガス拡散抵抗が酸素センサの応答性を大きく損なうことになるが、本発明では、測定電極側でガスの拡散を律速するものではなく、基準電極側で拡散律速を行なうので、その様な問題は生じない。

【0036】また、通常の酸素濃淡電池型の酸素センサ

は、測定電極側のガス拡散抵抗はガスを制限するには小さすぎるので、そのまま限界電流方式の酸素センサとして用いても、 λ が1よりもかなり大きな領域(酸素濃度が高い領域)ではガスを制限しきれずに、測定が不正確になるという問題があるが、本発明では、測定電極側でガスの拡散を律速するものではなく、ガス拡散抵抗の大きな基準電極側にて拡散律速を行なうので、その様な問題は生じない。

【0037】更に、通常の自己基準方式の酸素センサでは基準電極側の多孔質層は密閉されているので、限界電流方式の酸素センサとして酸素を汲み込むと、基準電極側の酸素分圧が上がりすぎて、センサ素子が破壊されてしまう恐れがあるが、本発明では、基準電極側は密閉されてはいないので、その様な問題は生じない。

【0038】つまり、本発明では、この様な不具合に対して、上記の様に基準電極側と測定電極側の多孔質層等の通気性を違える様に工夫し、更に検出するモードを2つに分けることで($\lambda = 1$ 検出モードと、 $\lambda > 1$ の領域検出モード)、問題を解決している。

【0039】尚、前記2つのモードの切り換えは、例えばエンジンを制御する際に、目標空燃比が例えばストイキからリーンに切り換えられた場合(又はその逆)に、両電極に加える電圧や電流の状態を変更することにより、自動的に実行することができる。

【0040】(15)請求項15の発明の空燃比検出方法では、 $\lambda = 1$ 近傍の空燃比を検出する場合は、酸素センサの両電極間に電流を流し、酸素の拡散が律速される一方の電極側に他方の電極側から酸素を汲み込んで、一方の電極側に酸素基準雰囲気生成させ、その際に両電極間に生じる起電力に基づいて空燃比を検出する。また、 $\lambda > 1$ のリーン領域の空燃比を検出する場合は、酸素センサの両電極間に電圧を印加し、酸素の拡散が律速される一方の電極側から他方の電極側に酸素を汲み込み、その際に両電極間に流れる電流に基づいて空燃比を検出する。

【0041】これにより、前記請求項14と同様に、一つの簡易な構造の酸素センサを用い、 λ センサ及びリーン領域空燃比センサの機能を切り替えて、広い領域の空燃比を検出することができる等の作用効果を奏する。

【0042】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の酸素センサ及び空燃比検出方法の例(実施例)について説明する。

(実施例1)本実施例の酸素センサは、例えば自動車の排気系に取り付けられて、測定ガス(排気ガス)中の酸素濃度(空燃比)を測定するものであり、測定モードを切り替えることにより、 $\lambda = 1$ (理論空燃比点=ストイキ)近傍の空燃比と、 $\lambda > 1$ のリーン領域の空燃比を測定することができる。尚、本実施例の酸素センサは、基準電極のリード部にて酸素ガスの拡散律速を行うものである。

【0043】a) 図1及び図2に酸素センサ1の構造を示す様に、本実施例の酸素センサ1は、積層タイプの板状(厚み2.2mm×幅3.5mm×長さ35mm)のものであり、大きく分けて空燃比を検出する板状の検出部2と、検出部2を加熱する板状のヒータ部3とからなる。以下詳細に説明する。

【0044】前記検出部2は、厚さ0.5mmの板状の固体電解質体5を備え、この固体電解質体5の両側には多孔質電極6、7が形成されている。該多孔質電極6、7のうち、内側の電極7は酸素ガスの拡散が実質的に律速される側の基準電極7であり、外側の電極6は拡散が実質的に律速されない側の測定電極6である。前記固体電解質体5は、 Y_2O_3 を5mol%添加した ZrO_2 を主成分とするものであり(他にMgO, CaO, SiO_2 等の不純物を10wt%以下含んでいてもよい)、両電極6、7は、主として白金からなるものである(他に ZrO_2 , Al_2O_3 等20%程度含む)。

【0045】前記各電極6、7は、電極反応部6a、7aとリード部6b、7bとからなり、各リード部6b、7bは、白金ロジウム(13%ロジウム入り)のリード線9、10に各々接続される。このうち、基準電極7のリード部7bは、前記固体電解質体5の後端(図1の下方)と絶縁層11の後端に設けられたスルーホール5b、11bを介して接続部12に接続され、この接続部12にリード線10が接続されている。また、基準電極7のリード部7bが排気ガスと接触できる様に、固体電解質体5及び絶縁層11の中央側には、連通孔13を形成するスルーホール5a、5bが設けられている。

【0046】更に、測定電極6の先端(図1の上方)からスルーホール5aの形成位置近傍までを覆うように、 ZrO_2 に Al_2O_3 を40wt%含有する多孔質の保護層14が設けられ、リード部6bの後端側及びリード線9、10を覆うように、 ZrO_2 からなる保護層15が設けられている。このうち、先端側の保護層14は、酸素ガスを実質的に拡散律速しない程度の通気性を有する多孔質層であり、後端側の保護層15は、通気性を有しない緻密な層である。

【0047】一方、検出部2の基準電極7側には、基準電極7の先端から基端近傍までを覆うように、前記固体電解質体5と同様の寸法で同様の組成の固体電解質体17が、基準電極7を保護するために設けられている。そして、前記連通孔13は、基準電極7のリード部7bと先端側の実質的に拡散律速をしない保護層14とを接続しているので、リード部7bはこの連通孔13を介して排気ガス側と接触することができる。

【0048】特に本実施例では、基準電極7のリード部7bにて酸素ガスを実質的に拡散律速するために、即ち多孔質の通気性を抑えるために(即ち気密性を高めるために)、リード部7bにおける白金粒径を細かくしている。尚、リード部7bにおいて実質的に拡散律速するた

めの手法として、これ以外に、例えば、積層時におけるリード部7bの厚さを電極反応部7aの厚さより大きくし、積層圧力によってその密度を高めて気密性を向上する手法を採用できる。或は、ガラス等のリード部7bのみに助剤を添加して、焼成時における焼結性を高めて、気密性を向上させてもよい。

【0049】一方、ヒータ部3では、前記固体電解質体5と同様の寸法で同様の組成の固体電解質体18の上に、 Al_2O_3 を主成分とする(他にMgO, CaO, SiO_2 等の不純物を5wt%以下含んでいてもよい)一対の絶縁層(厚さ各30 μ m)19、20が設けられ、更にこの両絶縁層19、20の間に、発熱体21が設けられている。この発熱体21は、発熱部21a及び一対の発熱リード部21b1、21b2からなり、各発熱リード部21b1、21b2には、各々リード線22、23が接続されている。

【0050】尚、前記検出部2とヒータ部3とは、アルミナ又はジルコニアからなる多孔質体16を介して一体に接合されている。また、この発熱体21には、図示しないコントローラによって電流が印加され、電極反応部6a、7aの近傍の温度が所定値(350℃)以上に維持される。

【0051】そして、上述した構造の酸素センサ1を製造する場合には、例えば前記各固体電解質体5、17、18、絶縁層11、19、20、保護層14、15、多孔質体層16などの生シートを積層するとともに、必要に応じて各生シートに電極6、7や発熱体21となる導電パターンを印刷等により形成し、この様にして得られた積層体を、例えば400℃で10時間加熱して樹脂抜きを行い、その後、1500℃で2時間焼成して、一体焼成(同時焼成)を行う。

【0052】b) 次に、この様にして得られた酸素センサ1を用いて空燃比を検出する方法について、図3及び図4に基づいて説明する。

①本実施例の酸素センサ1を λ センサとして使用する場合、即ち $\lambda=1$ 近傍の空燃比を検出する場合には、図3(a)に示す様に、基準電極7を+側に、測定電極6を-側に接続し、5Vの外部電源25から500k Ω の接続抵抗26を介して、両電極間6、7に10 μ Aの電流を流し、測定電極6側から基準電極7側に酸素をポンピングして供給する。

【0053】これによって両電極6、7間に生ずる起電力を、例えば同図に示す位置に接続した電圧計27によって測定し、これを酸素センサ1の出力とする。このセンサ出力を図3(b)に示すが、例えば排気ガスの空燃比がリーン($\lambda=1.1$)からリッチ($\lambda=0.9$)に変化した場合には、その変化に応じて大きく変動する。よって、この変動の状態から実際の空燃比の変化の状態が分かるので、このセンサ出力を用いて空燃比を $\lambda=1$ にフィードバック制御することができる。例えばセンサ

11

出力が空燃比のリッチを示す値であれば燃料を減量し、逆にリーンを示す値であれば燃料を増量することにより、目標空燃比（この場合は、 $\lambda = 1$ ）に制御することができる。

【0054】②一方、酸素センサ1をリーン領域の空燃比センサとして使用する場合には、即ち $\lambda > 1$ の空燃比を検出する場合には、図4(a)に示す様に、前記図3(a)に示す λ センサの場合とは逆に、基準電極7を一侧に、測定電極6を+側に接続し、外部電源32により両電極間6、7にVp（例えば0.7V）の電圧を印加し、例えば同図に示す位置に接続した電流計33によって両電極間6、7に流れる電流Ipを測定する。

【0055】このセンサ出力を図4(b)に示すが、例えば排気ガスの酸素濃度が1%、3%、5%の様に变化した場合には、センサ出力は同図の様に变化する。即ち、限界電流方式のセンサ出力と同様に、印加電圧が一定の場合、電流Ipは酸素濃度が大きくなるほど大きくなる。従って、図4(c)に示す様に、この電流Ipの大きさに基づいて酸素濃度（空燃比）を検出することができる。

【0056】この様に、本実施例の酸素センサ1では、 λ センサとして動作させる場合とリーン領域空燃比センサとして動作させる場合には、電極6、7の極性を逆にして、酸素の供給方向を逆にするだけでよい。つまり、1つの構造の酸素センサ1を用い、その通電方向を逆にするだけで、異なる機能を実現できるという顕著な効果を奏する。即ち、本実施例の酸素センサ1を用いることにより、広い範囲の空燃比を検出できるだけでなく、 $\lambda = 1$ 近頃の空燃比を精度良く測定できる上に、 λ センサの様に構造を簡単化できるので、機械的強度や耐久性に優れ、コストも低減することができる。

【0057】また、本実施例の酸素センサ1では、 λ センサとして動作させる場合には、拡散を律速しない程度の先端側の保護層14における雰囲気変化が速いので、高い応答性を確保できる。更に、リーン領域空燃比センサとして動作させる場合には、両電極6、7は共に排気ガス側に晒されているため、例えばエンジンが加速時等で実際の空燃比がリッチ側に振られても、従来の大気導入型のセンサの様に両電極6、7間に起電力が発生しないので、正確なセンサ出力が得られる。また、瞬時のリッチ変動に対しても、拡散制限を行なう方式により、基準電極7は殆ど酸素量が0近傍にあるため、測定電極7にリッチガスが来たとしても、起電力の発生は殆ど無視され、その点からも正確な空燃比の検出を行うことができる。

【0058】（実施例2）次に実施例2について説明する。本実施例の酸素センサは、前記実施例1の酸素センサとはその構造が異なるが、動作等はほぼ同じであるので、異なる点を中心にして説明する。

【0059】図5に示す様に、本実施例の酸素センサ4

12

1は、検出部42とヒータ部43とが接合層44にて接合されたものであり、特に基準電極側の保護層にて拡散律速を行っている。前記検出部42においては、前記実施例1と同様に、 ZrO_2 等からなる板状の固体電解質体45の測定ガス側に、白金等からなる多孔質の測定電極47が設けられている。そして、 ZrO_2 等からなる板状の固体電解質体48が設けられ、基準電極46がその固体電解質体48の上に設けられている。測定電極47には、電極反応部47aを覆う様に多孔質の保護層51が設けられ、電極反応部47aより後端側（図の下方）を覆う様に多孔質の保護層52が設けられている。

【0060】特に、本実施例では、先端側（図の上方）の保護層51は、実質的に拡散律速しない程度の通気性を備えた多孔質層であり、後端側の保護層52は、実質的に拡散律速することができる程度に通気性を低くした多孔質層である。また、前記基準電極46の（固体電解質体45側の）表面に沿って隙間55が設けられており、この隙間55と前記保護層52とを連通する様に、即ち基準電極46に接する隙間55と排気ガス側とを連通する様に、連通孔56が設けられている。

【0061】一方、ヒータ部43は、 ZrO_2 、 MgO 、又は Al_2O_3 等のセラミックスからなる板状の一对の絶縁層57、58と、この両絶縁層57、58に挟まれた白金等からなる発熱体59とから構成されている。上述した構成の酸素センサ41は、生シート等を積層してなる検出部形成用の積層体（図示せず）を焼成して検出部42を形成するとともに、同様に生シート等を積層したヒータ部形成用の積層体（図示せず）を焼成してヒータ部43を形成し、この検出部42とヒータ部43を、例えばセメント等の無機質の耐熱性の接着剤にて接合して製造する。

【0062】本実施例の酸素センサ1は、前記実施例1と同様に、 λ センサとして機能させる場合には、測定電極47側から基準電極46側に酸素をポンピングすることにより、両電極47、48間の起電力を測定して、空燃比を検出する。一方、リーン領域空燃比センサとして機能させる場合には、基準電極46側から測定電極47側に酸素をポンピングすることによって流れる電流を測定して、空燃比を検出する。

【0063】よって、本実施例においても、前記実施例1と同様な効果を奏するとともに、基準電極46に接する隙間55と保護層52とを連通する連通孔56を設け、この保護層52にて酸素ガスの拡散律速を行うので、一旦製造した酸素センサ1において、拡散律速の程度を微調整することができるという利点がある。

【0064】また、基準電極46を形成する際には、前記実施例1の様に、電極反応部46aとリード部46bとを別の構造（別の気密性）にする必要がないので、特に基準電極46の形成が容易である。更に、検出部42

とヒータ部43とを別に焼成して形成し、その後接着するので、検出部42とヒータ部43のどちらかに不良が発生した場合でも、適正品のみを組み合わせて使用することができ、歩留りが向上して製造コストが低減する。

【0065】(実施例3)次に実施例3について説明する。本実施例の酸素センサは、前記実施例1、2の酸素センサとはその構造が異なるが、動作等はほぼ同じであるので、異なる点を中心に説明する。

【0066】図6に示す様に、本実施例の酸素センサ61は、例えば ZrO_2 等の板状の固体電解質体62の一方の側に、白金等からなる多孔質の測定電極63と基準電極64とが配置されている。そして、測定電極63の表面を覆って、実質的に拡散律速しない程度の通気性を有する多孔質の保護層66が設けられ、また、基準電極64の表面を覆って、実質的に拡散律速する程度に通気性を低くした多孔質の保護層67が設けられている。つまり、この保護層66、67は、同様な例えば Al_2O_3 からなる多孔質層であるが、その孔の状態が異なることにより、通気性(気密性)が異なっている。

【0067】また、固体電解質体62の内部には、ヒータ部71が設けられており、このヒータ部71は、白金等からなる発熱体72の周囲を覆うように Al_2O_3 等からなる絶縁層73が設けられたものである。本実施例の酸素センサ61は、前記実施例1と同様な作用効果を奏するとともに、特に板状の固体電解質体62の一方の面にのみ電極63、64を配置する構造であるので、その製造が容易であるという利点がある。

【0068】(実施例4)次に実施例4について説明する。本実施例の酸素センサは、前記実施例1〜3の酸素センサとはその構造が異なるが、動作等はほぼ同じであるので、異なる点を中心に説明する。

【0069】図7に示す様に、本実施例の酸素センサ81は、検出部82とヒータ部83とが、図示しないスペーサにより間隙84を介して近接して配置されている。前記検出部82においては、例えば ZrO_2 等の板状の固体電解質体86の一方の側に、白金等からなる多孔質の測定電極87が設けられ、他方の側に同様な白金等からなる基準電極88が配置されている。

【0070】そして、測定電極87の電極反応部87aの表面を覆って、実質的に拡散律速しない程度の通気性を有する多孔質の(例えば Al_2O_3 からなる)保護層91が設けられ、また、図示しないリード部の表面を覆って、通気性のない例えば Al_2O_3 からなる保護層92が設けられている。また、基準電極88の表面(間隙84側)を覆って、例えば ZrO_2 からなる板状の固体電解質体93が設けられている。

【0071】特に本実施例では、基準電極88の上端(図の上方)から排気ガス側に連通する連通孔94が設けられ、この連通孔94の内部には、実質的に拡散律速する程度に通気性を低くした多孔質の(例えば Al_2O_3

からなる)拡散律速層95が設けられている。

【0072】また、ヒータ部83は、 Al_2O_3 等からなる板状の絶縁層96、97の間に、白金等からなる発熱体98が設けられたものである。本実施例の酸素センサ81は、前記実施例1と同様な作用効果を奏するとともに、特に検出部82とヒータ部83とが間隙84を介して配置されているので、発熱体98を流れる電流がセンサ出力に影響を及ぼすことがなく、精密な空燃比の検出ができるという効果があり、また、別体の部材を使用することにより、歩留りが向上するという利点がある。更に、熱膨張の異なる材料を用いても、ソリや割れ等が発生しない。

【0073】(実施例5)次に実施例5について説明する。本実施例の酸素センサは、前記実施例1〜4の酸素センサとはその構造が異なるが、動作等はほぼ同じであるので、異なる点を中心に説明する。

【0074】図8に示す様に、本実施例の酸素センサ101は、検出部102とヒータ部103とが、図示しないスペーサにより間隙104を介して近接して配置されている。前記検出部102においては、例えば ZrO_2 等の板状の固体電解質体106の一方の側に、白金等からなる多孔質の測定電極107が設けられ、他方の側に同様な白金等からなる基準電極108が配置されている。

【0075】そして、測定電極107の電極反応部107aの表面を覆って、実質的に拡散律速しない程度の通気性を有する多孔質の(例えば Al_2O_3 からなる)保護層111が設けられ、また、図示しないリード部の表面を覆って、通気性のない例えば Al_2O_3 からなる絶縁層112が設けられている。また、基準電極108の表面(間隙104側)を覆って、例えば ZrO_2 からなる固体電解質体113が設けられている。

【0076】特に本実施例では、基準電極108のリード部108bから排気ガス側に連通する連通孔114が設けられ、この連通孔114の内部には、図8(b)に示す様に、実質的に拡散律速する程度に通気性を低くした多孔質の(例えば Al_2O_3 からなる)拡散律速層115が設けられている。

【0077】また、ヒータ部103は、 Al_2O_3 等からなる板状の絶縁層116、117の間に、白金等からなる発熱体118が設けられたものである。本実施例の酸素センサ101は、前記実施例4と同様な作用効果を奏する。尚、本発明は前記実施例になんら限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の態様で実施しうることはいうまでもない。例えば、前記実施例5では、実質的に拡散律速する連通孔114は、基準電極108のリード部108bの略中央に設けられているが、例えば図9に示す様に、連通孔121を、基準電極122のリード部122bの後端(図の下方)、即ち酸素センサ123を図示しない排気管に取り

付けるための筒状の金具124の近傍に設けてもよい。

【0078】この様に連通孔121を配置することにより、前記実施例5の場合よりも温度の影響を受け難くなり、排気ガス等の温度が変化した場合でも、拡散律速の程度が変化し難くなるので、より精密な空燃比の検出を行うことができる。

【0079】

【発明の効果】以上詳述した様に、請求項1～11の発明の酸素センサでは、両電極は通気部を介して測定ガス側に晒されるとともに、両通気部が異なる通気性を有し、且つ一方の通気部が酸素の拡散を実質的に律速する機能を有しているので、この酸素センサを使用すれば、広い範囲の空燃比を検出できるだけでなく、構造が簡単で、機械的強度や耐久性に優れ、低コストであるという顕著な効果を奏する。

【0080】請求項12の発明の空燃比検出方法では、上述した構成の酸素センサを用い、酸素のポンピング方向を設定してその起電力を測定することにより、 λ センサとして $\lambda=1$ 近傍の空燃比を検出することができる。請求項13の発明の空燃比検出方法では、上述した構成の酸素センサを用い、両電極間に電圧を印加してその電流値を測定することにより、リーン領域空燃比センサとして $\lambda>1$ の領域の空燃比を検出することができる。

【0081】請求項14、15の発明の空燃比検出方法では、酸素センサに印加する電流や電圧の状態を、検出する空燃比に応じて切り換えることにより、酸素センサを λ センサ及びリーン領域空燃比センサとして使用することができる。よって、簡易な構成にて、広い領域の空燃比を検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例1の酸素センサを示し、(a)はその一部を破断して示す斜視図、(b)は(a)におけるA-A断面図である。

【図2】 実施例1の酸素センサの分解斜視図である。

【図3】 実施例1の酸素センサを用いた空燃比検出方法を示し、(a)はその装置構成を示す説明図、(b)はその信号を示すグラフである。

【図4】 実施例1の酸素センサを用いた他の空燃比検出方法を示し、(a)はその装置構成を示す説明図、(b)はその信号の電流と電圧との関係を示すグラフ、(c)はその信号の電流と酸素濃度との関係を示すグラフである。

【図5】 実施例2の酸素センサを示し、(a)はその一部を破断して示す斜視図、(b)は(a)におけるA-A断面図である。

【図6】 実施例3の酸素センサを示し、(a)はその一部を破断して示す平面図、(b)は(a)におけるA-A断面図である。

【図7】 実施例4の酸素センサの一部を示す断面図である。

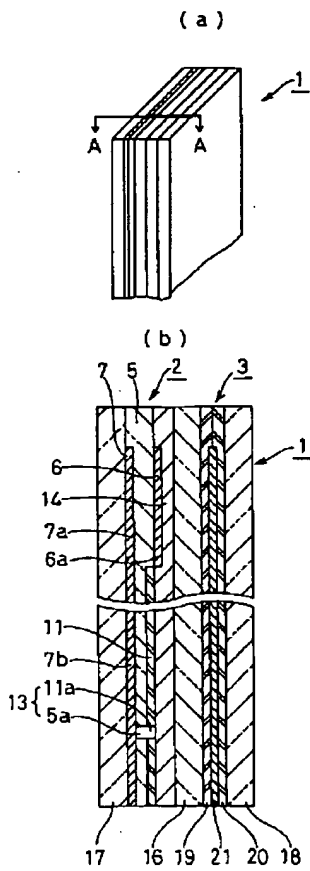
【図8】 実施例5の酸素センサを示し、(a)はその一部を示す断面図、(b)はその要部を拡大して示す説明図である。

【図9】 その他の酸素センサを示す説明図である。

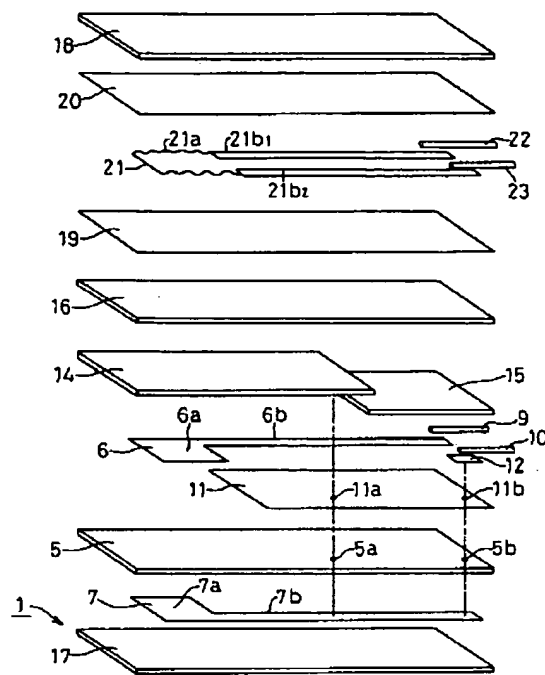
【符号の説明】

- 1, 41, 61, 81, 101…酸素センサ
- 2, 42, 82, 102…検出部
- 3, 43, 71, 83, 103…ヒータ部
- 5, 17, 18, 45, 48, 62, 86, 93, 106, 113…固体電解質体
- 6, 47, 63, 87, 107…測定電極
- 6a, 7a, 46a, 47a, 87a, 107a…電極反応部
- 6b, 7b, 46b, 108b, 122b…リード部
- 7, 46, 64, 88, 108…基準電極
- 13, 56, 94, 114…連通孔
- 14, 15, 51, 52, 66, 67, 91, 92, 111…保護層
- 16…多孔質体
- 19, 20, 57, 58, 73, 96, 97, 112, 116, 117…絶縁層
- 21, 59, 72, 98, 118…発熱体
- 95, 115…拡散律速層

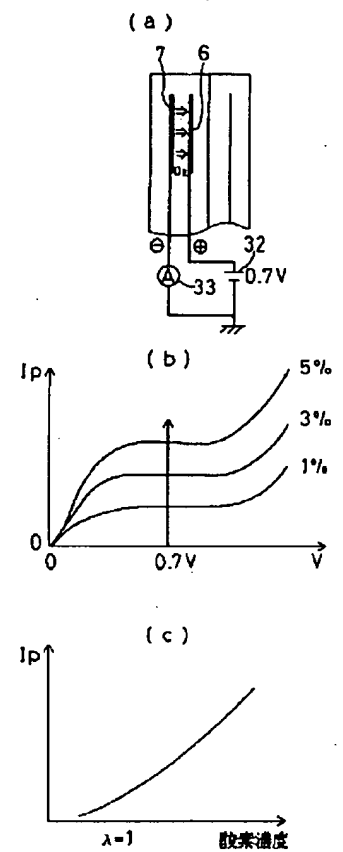
【図1】



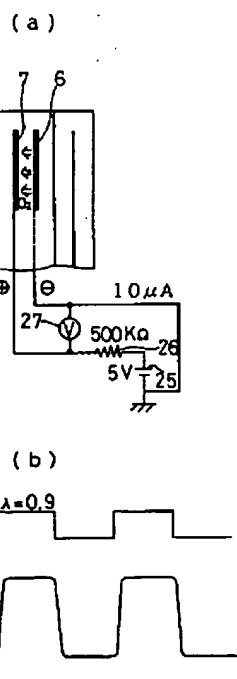
【図2】



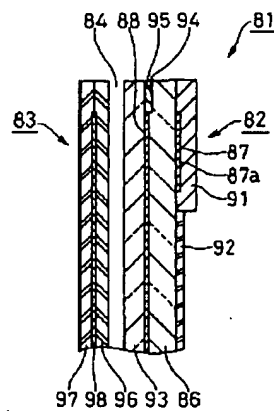
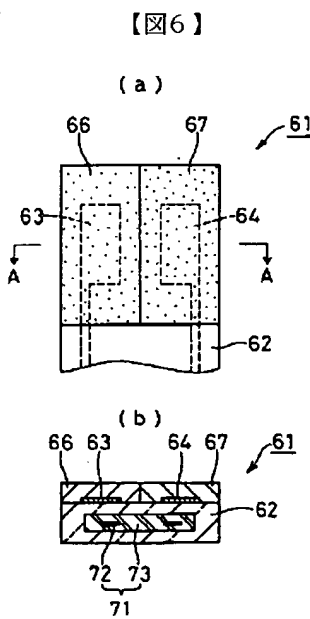
【図4】



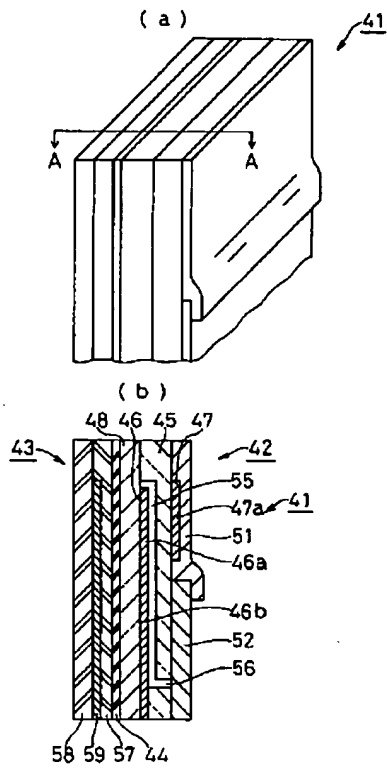
【図3】



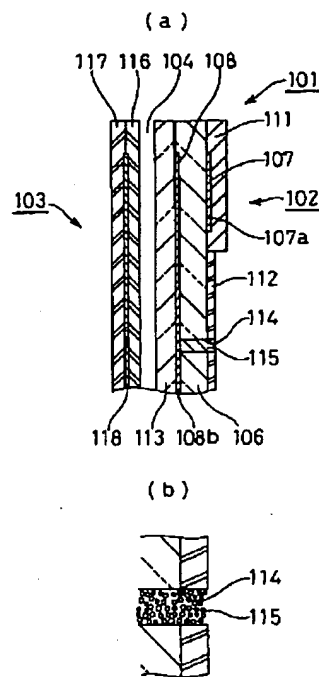
【図7】



【図5】



【図8】



【図9】

